

ADRIANA DA SILVA STEFFEN

TEORIA DAS RESTRIÇÕES APLICADA À PROGRAMAÇÃO DE PRODUÇÃO

Trabalho apresentado ao Curso de MBA em Gerência de Sistemas Logísticos da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial para obtenção do título de pós-graduando.

Orientador: Prof. Darli Rodrigues Vieira
Área de concentração: Administração de Empresas: Logística.

**Curitiba
2008**

RESUMO

A Engenharia de Produção e o Planejamento e Controle de Produção (PCP) têm dedicado grande energia ao estudo da utilização ótima dos recursos na indústria. Esta busca resultou recentemente na elaboração da Teoria das Restrições (TOC) como uma ferramenta alternativa para a programação de produção. Para testar esta teoria, foram escolhidas duas técnicas de programação da produção diferentes, sendo a primeira a mais difundida entre as empresas atualmente, o Manufacturing Resources Planning (MRP II) e a segunda, a programação Tambor-Pulmão-Corda (TPC), que se baseia na Teoria das Restrições. O objetivo deste estudo é comparar estas duas técnicas e evidenciar as vantagens da programação TPC em relação ao MRP II.

Palavras-chave: Programação da Produção, Teoria das Restrições, Metodologia Tambor-Pulmão-Corda.

ABSTRACT

The Production Engineering and the Production Planning and Control (PPC) have dedicated a lot of energy to study how to optimize the resources in industry. Recently, this search it resulted in an alternative way to program the production called Theory of Constraints (TOC). To test this theory it was chosen two different ways of programming production: the first one is the most known by the companies today, the Manufacturing Resource Planning (MRP II), and the second one is the Drum- Buffer-Rope (DBR) that is based in the Theory of Constraints. The goal of this study is to compare these two techniques and show the advantages of the TPC methodology over the MRP II methodology.

Key words: Production Programming, Theory of Constraints, Drum-Buffer-Rope methodology.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	06
2	TEORIA DAS RESTRIÇÕES	07
3	CONCEITOS DA PROGRAMAÇÃO DE PRODUÇÃO	08
3.1	GARGALO	08
3.2	PULMÃO	09
3.3	ESTOQUES	10
4	FERRAMENTAS DA PROGRAMAÇÃO DE PRODUÇÃO	12
4.1	PLANO MESTRE DE PRODUÇÃO	12
4.2	PLANEJAMENTO DAS NECESSIDADES DE MATERIAIS	12
4.3	PLANEJAMENTO DOS RECURSOS PRODUTIVOS	13
4.4	METODOLOGIA PULMÃO-TAMBOR-CORDA	14
5	ESTUDO DE CASO	17
5.1	APRESENTAÇÃO	17
5.2	A PROGRAMAÇÃO DA PRODUÇÃO ANTES DO TPC	17
5.3	O PROCESSO DE IMPLEMENTAÇÃO DO TPC	18
5.4	A PROGRAMAÇÃO DA PRODUÇÃO APÓS O TPC	19
6	CONCLUSÃO	21
	REFERÊNCIAS	22

1 INTRODUÇÃO

Com o equilíbrio dos preços das matérias-primas e dos produtos finais, os quais são determinados pelo mercado, as indústrias precisam melhorar o atendimento e o nível de serviço como forma de diferenciação de seus concorrentes e ainda, obter otimização em seus processos para que possam ser competitivas em preço. Recentemente o foco destas otimizações tem se voltado para a logística e o Planejamento e Controle de Produção (PCP), uma vez que as otimizações no processo produtivo já têm sido amplamente exploradas. Nestes termos, observa-se a redução de lead times de produção, de estoques e inventários e a melhor utilização dos recursos produtivos. E ainda, mais do que simplesmente utilizar corretamente os recursos disponíveis – o que nem sempre é tarefa trivial –, é necessário dispor de um processo de melhoria contínua. O caminho trilhado pelo oriente é vastamente divulgado na literatura especializada: just-in-time, kaizen, kanban podem ser considerados exemplos de palavras incorporadas ao vocabulário da gestão industrial. A proposta da abordagem das restrições, aqui denominada Teoria das Restrições ou Theory of the Constraints (TOC), tem se destacado cada vez mais como ferramenta alternativa de otimização da programação de produção.

Este estudo pretende verificar as melhorias que podem ser obtidas através da aplicação da Teoria das Restrições e de uma metodologia Tambor-Pumão-Corda (TPC) em uma organização industrial.

2 TEORIA DAS RESTRIÇÕES

Um dos principais pressupostos por trás da TOC é de que todo sistema, como uma empresa que visa lucro, tem que ter pelo menos uma restrição. Sendo assim, para melhorar o desempenho do sistema é preciso administrar a restrição (CSILLAG; CORBETT, 1998). Realmente não há escolha nesse assunto – o indivíduo controla as restrições ou elas o controlam. Sendo assim, as restrições irão determinar a saída (ganho) do sistema, quer sejam reconhecidas e controladas ou não (NOREEN, 1996).

Para otimização de desempenho dos sistemas com restrição física, Goldratt e Fox (1990) propõem quatro etapas, sendo a primeira delas identificar a restrição do sistema, ou seja, identificar os pouquíssimos recursos (normalmente um único) que determinam ou limitam o desempenho global do sistema. As restrições identificadas são chamadas Recursos Restritivos Críticos (RRC), que, quando são de capacidade menor que a própria demanda, recebem o nome de gargalos. Esses recursos gargalos são aqueles que limitam a linha de produção, por ser os mais requeridos ou os menos eficientes da linha. A segunda etapa é decidir como explorar a restrição, procurando como não desperdiçar nem um pouco daquilo que se tem pouco; é extrair o máximo do recurso que falta. O próximo passo é subordinar todas as outras decisões à decisão acima. Todos os recursos não restritivos precisam estar programados para fazer exatamente o que a restrição precisa. A otimização local não é permitida, pois pode comprometer o desempenho de todo o sistema.

Cumpridos os passos até aqui, o sistema atingirá o desempenho máximo. O próximo passo é elevar a restrição do sistema. Elevar significa abrir a restrição, acrescentar recurso que falta. Dessa maneira, estar-se-á melhorando o desempenho de modo geral. Contudo, não se pode fazer isso indefinidamente. Pois, em algum momento, a restrição vai passar a ser algum outro recurso. Cabe destacar que, se no passo anterior a restrição for quebrada, deve-se voltar ao primeiro passo.

A TOC é a base do método de planejamento e controle do processo produtivo chamado TPC. Esta metodologia é o que vai possibilitar o Gerenciamento das Restrições (GDR ou GR).

3 CONCEITOS DA PROGRAMAÇÃO DE PRODUÇÃO

3.1 GARGALO

Goldratt e Fox (1990) apresentam o exemplo de um grupo de escoteiro fazendo uma caminhada na montanha, indo de um ponto A para um ponto B. Como nem todos os escoteiros têm a mesma idade ou a mesma forma física, é natural que alguns fiquem para trás enquanto outros se distanciam cada vez mais para frente no caminho. Ora, como todos terão de estar no ponto B para que o objetivo seja alcançado (conclusão da caminhada), isso só é conseguido quando o escoteiro mais lento chegue ao ponto B. Não importa quão rápido é o escoteiro mais veloz, pois isso em nada interfere no objetivo. O desempenho do grupo é ditado pelo desempenho do escoteiro mais lento. Este escoteiro é o nosso estrangulamento ou gargalo. Uma vez identificado o escoteiro mais lento há que tentar melhorar o seu desempenho. Segundo Goldratt e Fox (1990), qualquer ganho que se consiga na velocidade (desempenho) do escoteiro mais lento é um ganho de todo o grupo.

Uma outra questão não menos importante está diretamente ligada à idéia de que uma parada de, digamos, 10 minutos do escoteiro mais lento representa uma parada de 10 minutos de todos os outros escoteiros. Mesmo que todos os outros escoteiros continuem a andar, é o mesmo que estivessem parados. É interessante notar que para um observador externo, se todos os outros escoteiros continuassem a andar, é como se nada tivesse acontecido, não daria conta de que todo o sistema estava perdendo 10 preciosos minutos de toda a jornada.

Como se pode melhorar o passo do escoteiro mais lento? Libertando-o da mochila, por exemplo. A sua mochila pode passar a ser carregada por um escoteiro mais forte e mais rápido. Podemos também liberá-lo de outros itens que ele tem de carregar (cantil, casaco, etc.). Procurar todas as soluções possíveis para que ele se torne mais rápido. Pode acontecer que depois disto, este escoteiro deixe de ser o mais lento e nesse caso é preciso que se olhe para o novo “gargalo” ou “estrangulamento”. A caminhada com os escoteiros é uma analogia com um sistema produtivo.

Há sistemas produtivos onde é bastante fácil identificar os gargalos, mas em muitos casos essa tarefa é bastante difícil. As mudanças nos requisitos do mercado, os picos de procura de um ou de outro produto específico podem alterar os gargalos. Quando o número

de produtos e componentes é elevado e os planos de processo (planos de fabrico ou gamas operatórias) são muito diferentes de produto para produto e de componente para componente, a detecção dos gargalos pode ser tarefa difícil para pequenas mudanças de procura. Nestes casos os gargalos podem ser diferentes todas as semanas. Também pode ser difícil detectar gargalos nos sistemas produtivos cuja cultura é a de manter grandes quantidades de inventário ao longo do sistema produtivo e onde se cultiva a produção de grandes lotes. Em alguns casos a detecção de gargalos pode requerer tanto tempo de pesquisa que torna proibitivo esse processo. Há, contudo, o reconhecimento de que um gargalo deve manifestar-se num ou em alguns aspectos do negócio. À luz desta afirmação há duas regras simples que devem ser consideradas:

- Se um posto de trabalho tem constantemente altos níveis de inventário entre ele e o posto anterior, é bastante provável que se trate de um estrangulamento;
- Os produtos que frequentemente são entregues com atraso passam certamente em postos de gargalo durante o seu fabrico.

3.2 PULMÃO

O pulmão pode ser considerado um estoque antes do gargalo, como uma folga, que garante que o gargalo estará sempre suprido de materiais para processar, eliminando assim, qualquer ociosidade no tempo da restrição, isto é, esse estoque garante que o gargalo irá trabalhar mesmo que algum imprevisto durante o processo atrase a chegada de materiais até ele. Corrêa e Gianesi (1996) consideram que o RRC deve ser protegido contra as possíveis incertezas que podem pôr em risco a chegada dos materiais para o cumprimento da seqüência de trabalho que o gargalo tem programado. Caso se constate que exista um evento incerto, com probabilidade considerável de ocorrer com o fornecimento do material para o gargalo, que é a quebra da máquina fornecedora, e que o tempo esperado de concerto é de dois dias, deve-se planejar a chegada dos materiais vindos da máquina fornecedora ao gargalo pelo menos dois dias antes da data em que a restrição está programada para processá-los, isso para absorver possíveis incertezas que possam deixar o gargalo ocioso. É preciso criar um pulmão de inventário antes de cada RRC. Este pulmão conterà apenas o inventário necessário para manter o gargalo ocupado durante o intervalo predeterminado seguinte de tempo. Conseqüentemente, este pulmão de tempo protegerá o ganho da fábrica contra qualquer interrupção que não ultrapasse esse intervalo predeterminado de tempo. Segundo Cox e

Spencer (2002), faz parte do gerenciamento de pulmões, o aperfeiçoamento do pulmão de modo que, se o Planejamento Mestre de Produção (PMP) indicar que deveria haver material para o pulmão de restrição e isso não estiver acontecendo, devem ser liberados materiais para o processamento nos recursos não restritivos com o intuito de repor o pulmão. Porém, se o mesmo for considerado acima do normal, não devem ser processados materiais nos recursos não restritivos, e esses devem aguardar até que haja material que eles realmente devam processar. Eles ainda sugerem que o pulmão deve ser acompanhado frequentemente para garantir que nunca haja ociosidade da restrição.

A programação da expedição é feita da frente para trás do tempo na restrição, considerando um pulmão de tempo, que é um tempo de garantia acrescido no tempo de processo do gargalo e permite a absorção de qualquer imprevisto durante as operações programadas sem comprometer a data previamente estabelecida para a entrega do produto final. A expedição de produtos finais é realizada através da programação da montagem final e da programação da expedição, que são originadas do tambor. Ao elaborar uma programação de expedição, deve-se acrescentar, no tempo da restrição, uma quantidade de tempo de proteção, que é o pulmão de expedição, sua função é fornecer tempo para a fila, a preparação, processamento e o tempo de movimentação para todas as operações não restritivas entre a restrição e a expedição. Para administrá-lo, é sugerida a mesma lógica que se programa para o pulmão da restrição (COX; SPENCER, 2002).

3.3 ESTOQUES

O estoque em processo é aquele estoque que não é mais matéria-prima estocada e nem o produto final. É consenso entre os especialistas que o inventário desnecessário no processo não traz benefícios para o processo produtivo, de forma que ele mede a eficiência da técnica de programação utilizada.

Esse estoque em processo produtivo, geralmente aparece de cinco maneiras distintas:

a) Antecipação da passagem de materiais em um determinado recurso seja para ocupá-lo, ou para satisfazer a programação quando há encontros de dois ou mais materiais em um recurso, o que na maioria das vezes não representa ganho para a empresa;

b) Por política da empresa, quando, por algum motivo, a gerência acha conveniente a estocagem desses materiais;

c) Estoque pulmão antes de determinado recurso produtivo para ter absoluta certeza da ocupação do mesmo. Nesse caso, se o pulmão possuir a exata quantidade necessária, ele é aceitável; já em excesso, é considerado inadequado;

d) Quando é adotado lote econômico e acaba sendo produzida uma quantidade maior do que a própria demanda, o que é tolerado dependendo da quantidade, isto é, para economizar setups e o estoque for por pouco tempo, é considerado até benéfico ao processo produtivo;

e) Troca de prioridades, onde um material urgente passa na frente de outro que acaba ficando estocado na frente de um recurso. Isso é maléfico ao processo, pois é um indício de que a programação não foi eficaz.

Todo inventário desnecessário significa um custo desnecessário para a empresa. É difícil chegar ao valor deste custo com exatidão, pois ele envolve diversas variáveis, entre elas o tempo, o espaço físico por ele ocupado, a quantidade de matéria-prima usada e o tempo de processamento gasto de um recurso.

As desvantagens consideráveis desse estoque são o espaço físico alocado por eles e o custo, onde esses estoques acabam mobilizados, de forma a não trazerem rendimento algum, parte do capital de giro da empresa, além de, em alguns casos, poder aumentar o tempo de processamento do lote e comprometer a qualidade do lote, pois caso ocorra algum defeito nas unidades produzidas, se o inventário for alto fica mais difícil de perceber o defeito.

As vantagens do inventário alto podem existir, um exemplo é quando o mesmo é explorado racionalmente como pulmão, que garante a dinâmica constante dos recursos do processo produtivo, além de que um estoque de semi-acabados diminui o lead time dos produtos finais, por isso considera-se útil, desde que disponha de espaço físico suficiente sem comprometer a movimentação de outros materiais, mas também exige constante acompanhamento para garantir que não haja estoque de semi-acabados com pouco giro e estático por muito tempo. As empresas vêm adotando métodos de minimizar esses problemas, e as formas mais conhecidas para isso são os cálculos do lote econômicos, ou até o overlapping, e a administração de acordo com a classificação da curva ABC.

Goldratt e Fox (1992), novamente em um exemplo, apontam a importância que a Teoria das Restrições dá ao overlapping (tempo de sobreposição entre duas operações), que não precisa esperar até que cada operação tenha completado o pedido inteiro para levar as peças completadas para a operação seguinte, permitindo que várias operações trabalhem no mesmo pedido simultaneamente.

4 FERRAMENTAS DA PROGRAMAÇÃO DE PRODUÇÃO

4.1 PLANO MESTRE DE PRODUÇÃO

O PCP começa com a elaboração do Plano Mestre de Produção (PMP) ou Master Production Schedule (MPS), cujo horizonte é normalmente fixado entre 6 e 12 meses, planejando o quê e quanto a empresa deseja produzir nesse período.

O PMP é considerado uma programação antecipada de certos itens designados ao programador, o qual mantém e atualiza essa programação de forma a criar um conjunto de números que guiam o planejamento das necessidades de materiais. Este documento representa o que a empresa planeja produzir expressado em configuração, quantidades e datas específicas (COX; SPENCER, 2002). O PMP consiste, portanto, em estabelecer um planejamento apenas de produtos finais, detalhando em médio prazo, período a período, com base nas previsões de vendas de médio prazo ou nos pedidos em carteira já confirmados. O próprio PMP é a base para o processo de planejamento que acontece em todos os níveis inferiores. As informações necessárias para se elaborar um PMP são as demandas totais, os pedidos pendentes, o estoque projetado, o estoque disponível, as restrições chave de capacidade, os níveis de estoque e demanda de peças de reposição, as necessidades de estoques de segurança, as necessidades de exibições e promoções, a demanda do setor de Planejamento e Desenvolvimento de Produtos (P&D), a demanda de empresa coligada e a previsão de vendas .

4.2 PLANEJAMENTO DAS NECESSIDADES DE MATERIAIS

O Material Requirements Planning ou Planejamento das Necessidades de Material (MRP I), é uma técnica para converter o PMP em uma programação das necessidades de recursos produtivos necessários para a obtenção do produto final, como matéria-prima, componentes, máquinas, mão-de-obra, ferramentas, etc..

O MRP I tem por finalidade planejar para que a compra de materiais ocorra somente nos momentos e nas quantidades necessárias, de forma a atender o cliente na quantidade e no prazo desejados.

Porém, há uma questão importante que não é tratada pelo MRP I, que é se há capacidade suficiente para realizar o plano de produção sugerido por ele e se os recursos humanos e equipamentos são suficientes para cumprir o plano no prazo. Portanto, essa questão não considerada no MRP I, a questão da capacidade finita consiste em se os recursos e a mão-de-obra são suficientes para executar, em tempo e em quantidades, a programação. A lógica do cálculo de necessidades é bastante simples e conhecida há muito tempo, ela começa com PMP e a geração de ordens para os produtos finais, de nível zero, e na seqüência, gera as ordens de trabalho para os componentes, seguindo a ordem hierárquica da estrutura do produto. A ineficiência do MRP I fica evidente quando aparece mais de uma tarefa, programadas nos mesmos horários para serem executadas nos mesmos recursos, o que pode comprometer o prazo de entrega do produto final e ainda acaba gerando estoques, dos componentes que chegaram aos recursos de processamento, mas que, por coincidirem com outros componentes que estão sendo processados, ficaram estocados na “fila” e ainda, aqueles componentes que tiveram seu processamento antecipado.

Considerando a lógica de planejamento do MRP I, se houver problemas de capacidade produtiva insuficiente em algum ponto do processo produtivo, as conseqüências serão atraso na produção e na entrega do produto final em relação às datas desejadas e o acúmulo de estoques das matérias-primas que não serão utilizadas no prazo esperado, o que também é citado por Corrêa e Giancesi (1996).

4.3 PLANEJAMENTO DOS RECURSOS PRODUTIVOS -

O aprimoramento do conceito do MRP I recebe o nome de Manufacturing Resources Planning (MRP II). Com esta ferramenta, se beneficiam não somente as áreas de gestão de materiais e manufatura, mas também as áreas de ferramentaria, recursos humanos e a área financeira. O novo sistema MRP calculava não apenas as necessidades de materiais, mas também as necessidades de outros recursos do processo de manufatura, que mostra também a necessidade de informações adicionais para a programação, como o feedback da fábrica e modelagem do sistema produtivo.

4.4 METODOLOGIA TAMBOR-PULMÃO-CORDA

O TPC ou Drum-Buffer-Rope (DBR), refere-se a uma metodologia proposta desenvolvida no âmbito da TOC para programação e controle da produção. A programação é baseada em passos ou etapas principais de trabalho, sempre na busca pela otimização contínua. O controle do sistema é feito através do gerenciamento de pulmões. O RRC é o recurso que estabelece o máximo fluxo possível da malha produtiva. Os passos que compõem a otimização contínua da produção, na visão da TOC, apresentam características distintas. O primeiro passo visa identificar a restrição, que significa encontrar qual o recurso que determina o máximo fluxo da malha produtiva. Numa situação de demanda maior que a capacidade do RRC, a restrição é o RRC. Apresenta-se como recurso que impede a empresa de faturar mais e aumentar seu lucro (a meta da empresa). O segundo passo é explorar a restrição. Cada minuto de produção do RRC vale dinheiro; não se deve desperdiçar nem um minuto deste recurso. Disso segue que todas as peças produzidas pelo RRC devem ser faturáveis. Não faria sentido utilizar o RRC para produzir produtos não vendáveis no momento. A fonte de informação que vai servir de base para a seqüência de produção do RRC é o mercado. É possível afinar a seqüência de programação do RRC de forma a minimizar os tempos de preparação de máquina. Esse raciocínio se aplica somente ao RRC. Essa seqüência detalhada (qual peça, qual lote, horário de início, horário de final) de produção no RRC é chamada de tambor. A continuidade e a seqüência de trabalho no RRC não devem ser afetados por interrupções/problemas em outras máquinas que executam operações anteriores ao RRC. Em outras palavras, o RRC deve estar protegido contra problemas em outros recursos (não restritivos). Do contrário haveria uma situação sem sentido: a empresa perdendo faturamento por paradas em recursos não restritivos. A proteção a ser instalada é de um estoque de peças antes do RRC. Essa proteção do RRC protege o lucro da empresa, e nenhuma outra operação deve ser protegida, pois isto só aumentaria o Investimento, sem aumento do ganho. Todo o estoque em processo deve ser idealmente concentrado no RRC. Essa proteção deve ser dimensionada para cobrir 99% das ocorrências de interrupções (baseada em histórico/experiência) nos recursos anteriores ao RRC. Em outras palavras, o estoque protetivo é formado por uma chegada antecipada de peças (pulmão de tempo) em relação à necessidade do programa do RRC. O terceiro passo é subordinar todas as demais decisões à decisão do passo anterior. No TPC isto implica que a liberação de material para a

primeira operação da malha produtiva deva ser feita obedecendo a seqüência estabelecida pelo tambor e com antecedência tal que as operações ao RRC possam ser executadas e as peças estarem disponíveis para o RRC com antecedência. Essa liberação obedecendo a essas regras é denominada corda. Na analogia com a tropa, é como se o tambor fosse dado ao soldado mais lento e este soldado mais lento fosse amarrado ao primeiro da fila para evitar dispersão. Para proteger o ritmo total deixa-se uma folga na corda: um espaço entre o soldado mais lento e o restante da tropa à sua frente. (GOLDRATT; FOX, 1990).

A esmagadora maioria das máquinas são não RRC. Como a liberação de materiais é guiada pela capacidade de produção do RRC, por definição a menor capacidade da malha produtiva, todos os recursos não RRC estarão trabalhando abaixo de sua capacidade, ou seja, apresentarão eficiência abaixo de 100% (SMITH, 1999). Este é um dos aspectos mais polêmicos e difíceis de implementação do TPC. Essa é uma típica manifestação do mundo do custo, quando se acha que boas eficiências locais levam a bom desempenho do sistema como um todo (CSILLAG; CORBETT, 1998). De fato, aumentar a eficiência de utilização dos recursos não RRC apenas aumenta o estoque em processo, sem aumentar o lucro - reduziria portanto o Retorno Operacional sobre Investimento (ROI).

O quarto passo é elevar a restrição. Quando os passos anteriores estão completos a exploração máxima da restrição está garantida, ou seja, a produção está gerenciada de forma tal que o máximo ganho está garantido. Se a demanda é ainda maior que o desempenho alcançado, o próximo passo é conseguir mais daquilo que falta. Os indicadores de desempenho ajudam a tomar decisão. Pode-se comparar o esforço necessário (investimento, despesa operacional) com o ganho conseqüente e avaliar como o ROI será afetado. O único local onde é desejável ter eficiência 100% é no RRC. Antes de 'comprar' mais capacidade existe uma série de ações que podem melhorar a eficiência do RRC. O aumento indefinidamente do desempenho do sistema através de aumento de capacidade do RRC, muitas vezes não é possível. Entretanto, faz-se necessário checar a cada aumento de capacidade deste como está a 'capacidade ociosa' nos outros recursos, a fim de perceber se a restrição do sistema mudou de lugar. Se a restrição mudou, volta-se ao início do processo.

Todos os recursos não restritivos precisam ter mais capacidade que a restrição para garantir que restrição não pare e também para garantir a venda de toda a produção da restrição. A TOC classifica a capacidade dos recursos em três tipos. O primeiro é a capacidade produtiva, aquela parte do recurso que será utilizada para processar o material O segundo é a capacidade protetiva, aquela parte da capacidade excedente em relação à

demanda, que é necessária para regenerar os pulmões. O terceiro é a capacidade ociosa, aquela parte que pode ser vendida ou eliminada (CSILLAG; CORBETT, 1998).

No TPC o controle de produção é feito pelo gerenciamento de pulmões. O pulmão protetivo da restrição já foi apresentado. Há outros dois tipos de pulmões: o pulmão mercado, que é um pulmão de produtos acabados na expedição, deve ser construído se a pontualidade na entrega de produtos é fator de vantagem competitiva. Esse pulmão protege as datas de entrega compromissadas com os clientes, compensando interrupções no fluxo produtivo entre o RRC e o cliente. O outro tipo é o pulmão montagem. Quando as peças que saem do RRC vão se juntar a outras peças numa montagem, é importante a instalação de um pulmão destas outras peças antes da montagem. Este pulmão serve para garantir que cada peça produzida pelo RRC será utilizada e vendida.

Para controlar a produção no TPC basta controlar os pulmões, ou seja, controlar se cada peça está chegando ao pulmão no prazo programado. Em outras palavras, basta manter um controle de entrada das peças nos pulmões físicos. Se houver alguma falha, o pulmão será menor que o planejado e ações devem ser tomadas antes que o pulmão vá à zero. Gerenciar os pulmões é comparar a data de entrada efetiva de cada item com a data programada para ele. Este controle serve para soar um alarme antes que o problema maior aconteça. Se as peças estão chegando no prazo programado, nada há a fazer. A tarefa de controlar a produção é muito simplificada, bastando controlar os poucos pulmões existentes na malha produtiva. Cada vez que há atraso na entrada de uma peça no pulmão é sinal que um problema aconteceu.

Acompanhar e relatoriar as causas ajuda a identificar as causas mais frequentes, e ações para eliminar estas causas devem ser implementadas. Fazendo isso sistematicamente a empresa estará reduzindo as flutuações estatísticas e as interrupções. Se a empresa reduz sistematicamente as interrupções e as flutuações estatísticas, poderá reduzir os pulmões sem que isso coloque em risco o RRC ou o ganho, ou seja, poderá melhorar continuamente o ROI, além de reduzir o lead-time, reduzindo por consequência o tempo de resposta aos clientes. Este é o processo de melhoria contínua na visão da TOC: identificar oportunidades de eliminação do desperdício sem colocar o ganho em risco.

5 ESTUDO DE CASO

5.1 APRESENTAÇÃO

A empresa estudada é uma companhia nacional que atua na área metalúrgica automotiva e fornece componentes para empresas sistemistas nível 1 na cadeia de suprimentos das montadoras brasileiras, de forma que esta empresa está enquadrada no nível 2 desta mesma cadeia. A empresa tem aproximadamente 700 funcionários distribuídos em 4 plantas produtivas e possui um faturamento anual superior a 70 milhões de reais (2007). Seus produtos são constituídos principalmente de peças de alumínio forjadas ou perfiladas e depois usinadas que serão vendidas a seus clientes para a composição de aparelhos de ar condicionado de veículos. A empresa investe aproximadamente 5% do seu faturamento na ampliação e modernização de seu maquinário, equipamentos e ferramentas produtivos.

5.2 A PROGRAMAÇÃO DE PRODUÇÃO ANTES DO TPC

O planejamento da produção nesta empresa era feito através do MRP II (planejamento das necessidades de recursos produtivos). Todas as sextas-feiras a empresa recebia as programações de seus clientes e rodava o MRP, o qual calculava retroativamente as datas para compra de materiais. Isto ocasionava dois problemas:

- O primeiro deles é que muitas vezes a data da necessidade da matéria-prima era anterior à data atual, ou seja, já não era possível comprar a MP em tempo hábil para o atendimento do cliente no prazo desejado por ele. O sistema calculava então que todas as necessidades de materiais para datas já atrasadas, deveriam ser compradas na data atual. O problema, porém, é que na maioria das vezes, a empresa não tinha capacidade para produzir todo o material da demanda atual, mais o material que já deveria ter iniciado sua produção há dias ou semanas atrás. Isto incorria em atrasos nas entregas e estoques excedentes de MP, os quais eram comprados muito antes da data em que o material realmente entraria em produção;

- O segundo problema é que o sistema calculava a capacidade de produção mediante padrões rigidamente estabelecidos, ou seja, se quatro produtos passassem por uma mesma máquina, o sistema os organizaria de forma que a ordem fosse equivalente à data de

entrega desejada pelo cliente. A forma de sequenciamento do MRP é engessada e ela não é suficientemente inteligente para encontrar o melhor caminho possível para uma peça. Por exemplo, o sistema não calculava quais as possíveis conseqüências nas operações anteriores e posteriores, ou seja, se este estoque iria ficar parado esperando a próxima operação por mais tempo do que seria necessário. Isto incorria em excedentes de estoques em processos, horas extras desnecessárias, lead time de produção estendido, desperdício de capacidade em pontos específicos e também em atrasos nas entregas.

A eficiência das máquinas era e ainda é um importante indicador de desempenho. Alto percentual de eficiência de máquinas significa máquina cheia, não importa a que custo. Isto fazia com que o pessoal de produção processasse MP antes do prazo, mantivesse altos estoques no processo e produzisse materiais para os quais não havia demanda, ocupando muitas vezes o espaço na máquina que deveria ser ocupado por materiais realmente necessários.

As conseqüências mais drásticas para a empresa decorrentes da forma de programação da produção eram horas extras em todos os domingos, falta de tempo para manutenções preventivas, baixa performance de entrega, estoques (matéria-prima, processo e acabado) excedentes e falta de flexibilidade devido ao alto lead time de produção.

5.3 O PROCESSO DA IMPLEMENTAÇÃO DO TPC

Todas as pessoas envolvidas no processo produtivo, PCP, engenharia, ferramentaria, logística, manutenção, produção e qualidade, foram treinadas por empresa terceirizada durante um mês para a implementação da sistemática TCP através de software especializado. Estas pessoas assumiram tarefa de implementar o TPC na principal linha de produção da empresa, a qual era dedicada para uma única peça e representava a maior parcela de faturamento da empresa. As ações necessárias para a implementação foram distribuídas no grupo, que se reuniu nos primeiros três meses em uma freqüência de três vezes por semana. Os resultados intermediários e os resultados finais foram apresentados ao corpo gerencial, em reuniões especificamente convocadas para esse fim.

O sistema TPC possui uma lógica de programação bem diferente do MRP. Ele calcula as necessidades de acordo com a demanda e com as necessidades de pulmão e verifica o gargalo de produção, ou seja, em qual operação está a menor capacidade. O sistema então subordina todas as outras operações ao gargalo, de forma que, muitas vezes, ele deixará

máquinas completamente desprogramadas por não haver capacidade suficiente no gargalo. A partir desta subordinação, ele calculará a data possível para entrega, que deve ser a mais próxima possível da data desejada pelo cliente, embora isto nem sempre seja possível em função do gargalo. Somente depois de calculadas todas as datas e quantidades a serem produzidas em cada operação, é que o sistema fará o cálculo das necessidades de matéria-prima, ou seja, se não houver capacidade para uma entrega no prazo, a matéria-prima será comprada somente para a data em que esta capacidade estiver disponível.

5.4 A PROGRAMAÇÃO DA PRODUÇÃO APÓS O TPC

Medido com base na média diária de fornecimento no mês (volume total fornecido no final da linha dividido pelo número de dias úteis no mês), a produção subiu do limite anterior de 8.800 peças/ dia para 11.200 peças/dia, sem investimentos em máquinas. Em uma situação de demanda aquecida, como era o caso, esta melhora de desempenho implicou diretamente em aumento de vendas da mesma ordem de grandeza (acima de 20%). O resultado obtido com a TOC confirma o potencial desta metodologia na direção de melhoria na utilização de recursos da empresa, sem dúvida uma contribuição importante para a própria competitividade da empresa.

De acordo com a teoria, constatou-se na prática que os pulmões protetivos instalados antes do RRC, permitiram uma melhora sensível na pontualidade e na regularidade do fornecimento. A performance de entregas à clientes aumentou de 75% em média para 96%.

O estoque em processo foi reduzido em 3% (de 0,85 mês para 0,55 mês), tomando-se por base a comparação da média de cobertura nos três meses anteriores à implementação com os três meses posteriores.

Foi constatada também uma sensível redução no volume de horas extras, a qual reduziu de 25% para 6% da folha de pagamento. Isto ocorreu porque foram liberadas horas extras somente para o RRC ou para a recuperação de pulmões.

A eficiência das máquinas reduziu de 94% para 87% e isto ocorreu porque as máquinas que não eram RRC ficaram paradas nos momentos de folga, de forma que não se produzissem estoques excedentes no processo.

Constatou-se ainda uma redução no nível de eficiência da mão-de-obra, pelo mesmo motivo da redução na eficiência das máquinas. A ociosidade de alguns operadores

fora do RRC e inclusive dos supervisores de produção, foi preenchida com treinamentos e maior planejamento da linha.

Os planos de manutenção preventiva passaram a ser facilmente cumpridos. Com a identificação clara do RRC e a instalação dos pulmões, passou a ser simples planejar uma interrupção sem afetar o desempenho final da linha. Por outro lado, o nível de exigência na velocidade de atendimento da manutenção às máquinas do RRC aumentou para um nível nunca visto e foi foco de tensão no relacionamento entre os supervisores de produção e de manutenção.

O lead time total de produção foi reduzido de 14 para 9 dias, de forma que a empresa ganhou em velocidade de resposta e flexibilidade no atendimento da demanda de seus clientes.

Os resultados obtidos mais do que confirmaram os resultados esperados com base na teoria. Sem investimento em capital, conseguiu-se aumentar a capacidade, reduzir o lead time, diminuir estoques, reduzir horas extras obter tempo para treinamento e planejamento e melhorar a performance de entregas à clientes.

6 CONCLUSÃO

Este trabalho atingiu o objetivo de verificar os ganhos obtidos pela aplicação da Teoria das Restrições na produção por meio da Técnica TPC, em comparação com a sistemática MRP de planejamento, que é uma das técnicas mais utilizadas pelas empresas atualmente.

O conteúdo do trabalho apresentou a definição da sistemática MRP I e II e da sistemática TPC e esclareceu ainda os principais conceitos inerentes a esta última, como pulmão, gargalo, subordinação, entre outros. Estes esclarecimentos se fizeram necessários em virtude de que estes conceitos ainda são relativamente novos para o mercado.

O estudo de caso obteve sucesso no sentido de que as melhorias no processo produtivo e os ganhos financeiros para a empresa puderam ser evidenciados após a implementação da técnica TPC para a programação da produção. Isto tornou a empresa mais competitiva e mais flexível para os seus clientes.

Como abordado por Fleury e Fleury (2000), no sentido de promover a adoção de estratégias empresariais capazes de promover o desenvolvimento de competências industriais voltadas para a produção internacional, as empresas precisam desenvolver seus produtos em um mercado com características culturais próprias, atendendo às especificidades do consumidor. A produtividade é um dos fatores para a obtenção da vantagem competitiva, pressuposto básico para a sobrevivência no cenário empresarial atual. Em termos gerais, é oportuno observar que os instrumentos de gestão da produção assumem cada vez mais um papel de destaque no alcance de melhores níveis de lucratividade e produtividade.

REFERÊNCIAS

- CORRÊA, H. L.; GIANESI, I. G. N. **Just in time, MRPII e OPT**. São Paulo: Atlas, 1996.
- COX, J. F.; SPENCER, M. S. **Manual da teoria das restrições**. São Paulo: Bookman, 2002.
- CSILLAG, J. M., CORBETT, T. N. **Utilização da teoria das restrições no ambiente de manufatura em empresas no Brasil**. São Paulo: FGV, 1998.
- FLEURY, A; FLEURY M.T.L. **Estratégias empresariais e formação de competências**. São Paulo: Atlas, 2000.
- GOLDRATT, E. M.; FOX, J. **A Corrida pela vantagem competitiva**. São Paulo: IMAN, 1992.
- GOLDRATT, E.M.; COX, J. **The Goal**. Hudson, NY: North River Press, 1990.
- NOREEN E. et al. **A teoria das restrições e suas implicações na contabilidade gerencial**. São Paulo: Educator, 1996.
- SMITH, J. J. **Toe and MRPII, from theory to results**, nov. 1999. Disponível em: <<http://www.rog.com.cac/JJSmith.html>> Acesso em 12 de maio de 2007.